

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(11) DE 4010776 A1

(5) Int. Cl. 5:  
C09C 1/50

DE 4010776 A1

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)  
06.04.89 US 334144 23.06.89 US 370723

(71) Anmelder:  
Cabot Corp., Waltham, Mass., US

(74) Vertreter:  
von Kreisler, A., Dipl.-Chem.; Selting, G., Dipl.-Ing.;  
Werner, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Schönwald, K.,  
Dr.-Ing.; Fues, J., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Böckmann  
gen. Dallmeyer, G., Dipl.-Ing.; Hilleringmann, J.,  
Dipl.-Ing.; Jönsson, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anwälte, 5000 Köln

(72) Erfinder:  
Kaul, David J., Pampa, Tex., US; Gaudet, Gregory T.,  
Rotterdam, NL; Morgan, Allan C., Manchester,  
Mass., US; Sifleet, William L., Acton, Mass., US;  
Porteous, William M., Andover, Mass., US

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Tandem-Abschreckung

Offenbart wird ein Verfahren zur Steuerung der Aggregatgröße und Struktur von Rußen, die durch einen Furnace-Ruß-Reaktor erzeugt werden, durch Erniedrigen der Temperatur in dem Abgangsstrom (der Mischung aus den Verbrennungsgasen und dem Einsatzmaterial, in der Pyrolyse stattfindet), ohne die Pyrolyse in diesem zu beenden, vorzugsweise um bis zu etwa 427°C (800°F) bei einer Verweilzeit zwischen etwa 0,0 s und etwa 0,002 s stromabwärts des am weitesten stromabwärts liegenden Punktes der Einspritzung von Einsatzmaterial.

BEST AVAILABLE COPY

DECT AV/AII ADI E COPY

DE 4010776 A1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Aggregat-Größe und Struktur von Rußen.

Ruße werden im allgemeinen in einem Reaktor vom Typ eines Ofens (Furnace) durch Pyrolyserien eines Kohlenwasserstoff-Einsatzmaterials mit heißem Verbrennungsgas unter Bildung von Verbrennungsprodukten, die teilchenförmigen Ruß enthalten, erzeugt.

In einem Typ eines Furnace-Ruß-Reaktors, wie er in der US-PS 34 01 020 von Kester et al. oder der US-PS 27 85 964 von Pollock et al., im folgenden als "Kester" bzw. "Pollock" bezeichnet, gezeigt ist, werden ein Brennstoff, vorzugsweise auf Kohlenwasserstoff-Basis, und ein Oxidationsmittel, vorzugsweise Luft, in eine erste Zone eingespritzt und reagieren unter Bildung heißer Verbrennungsgase. Ein Kohlenwasserstoff-Einsatzmaterial, entweder in gasförmiger, dampfförmiger oder flüssiger Form, wird ebenfalls in die erste Zone eingespritzt, worauf die Pyrolyse des Kohlenwasserstoff-Einsatzmaterials beginnt. In diesem Fall bezeichnet Pyrolyse die thermische Zersetzung eines Kohlenwasserstoffs. Das resultierende Gas-Gemisch, in dem die Pyrolyse stattfindet, gelangt dann in eine Reaktionszone, in der die Vervollständigung der den Ruß bildenden Reaktion stattfindet.

In einem anderen Typ eines Furnace-Ruß-Reaktors wird ein flüssiger oder gasförmiger Brennstoff mit einem Oxidationsmittel, vorzugsweise Luft, in einer ersten Zone zur Bildung heißer Verbrennungsgase umgesetzt. Diese heißen Verbrennungsgase gelangen aus der ersten Zone stromabwärts durch den Reaktor hindurch in eine Reaktionszone und darüber hinaus. Zur Herstellung von Rußen wird ein kohlenwasserstoffhaltiges Einsatzmaterial an einer oder mehreren Stellen in den Strömungsweg der heißen Verbrennungsgase eingespritzt. Das kohlenwasserstoffhaltige Einsatzmaterial kann eine Flüssigkeit, ein Gas oder ein Dampf sein und kann gleich dem zur Bildung des Stroms der Verbrennungsgase benutzten Brennstoff oder von diesem verschieden sein. Die erste (oder Verbrennungs-) Zone und die Reaktionszone können durch eine Drossel oder Zone mit beschränktem Durchmesser getrennt sein, die einen kleineren Querschnitt als die Verbrennungszone oder die Reaktionszone besitzt. Das Einsatzmaterial kann in den Strömungsweg der heißen Verbrennungsgase oberhalb (stromaufwärts), unterhalb (stromabwärts) und/oder in der Zone mit beschränktem Durchmesser eingespritzt werden. Furnace-Ruß-Reaktoren dieses Typs sind allgemein in US-PS Reissue 28 974 und der US-PS 39 22 335 beschrieben.

Wenngleich zwei Typen von Furnace-Ruß-Reaktoren und Verfahren beschrieben sind, ist festzuhalten, daß die vorliegende Erfindung bei jedem beliebigen anderen Furnace-Ruß-Reaktor oder Verfahren verwendet werden kann, bei dem Ruß durch Pyrolyse und/oder unvollständige Verbrennung von Kohlenwasserstoffen erzeugt wird.

In beiden Typen der im vorstehenden beschriebenen Verfahren und Reaktoren und in anderen, allgemein bekannten Reaktoren und Verfahren befinden sich die heißen Verbrennungsgase auf einer Temperatur, die ausreicht, um die Pyrolyse des kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzmaterials zu bewirken, das in den Strom der Verbrennungsgase eingespritzt wird. In einem Reaktor-Typ, etwa dem von Kester offenbarten, wird das Einsatzmaterial an einem oder mehreren Punkten in die gleiche Zone eingespritzt, in der die Verbrennungsgase gebildet werden. Bei anderen Typen von Reaktoren oder Verfahren findet das Einspritzen des Einsatzmaterials an einem oder mehreren Punkten statt, nachdem der Strom der Verbrennungsgase gebildet worden ist. Da in beiden Reaktor-Typen der Strom der heißen Verbrennungsgase kontinuierlich stromabwärts durch den Reaktor fließt, findet die Pyrolyse kontinuierlich statt, während die Mischung aus Einsatzmaterial und Verbrennungsgasen durch die Reaktionszone hindurchströmt. Die Mischung aus dem Einsatzmaterial und den Verbrennungsgasen, in der die Pyrolyse vor sich geht, wird im Folgenden in der gesamten Anmeldung als "der Abgangstrom" bezeichnet. Die Verweilzeit des Abgangsstroms in der Reaktionszone ist ausreichend und unter den Bedingungen geeignet, um die Bildung von Rußen zu erlauben. "Verweilzeit" bezeichnet den Betrag derjenigen Zeit, die seit dem ersten Kontakt zwischen den heißen Verbrennungsgasen und dem Einsatzmaterial verstrichen ist. Nachdem Ruße mit den gewünschten Eigenschaften gebildet worden sind, wird die Temperatur des Abgangsstroms weiter gesenkt, um die Pyrolyse zu beenden. Diese Erniedrigung der Temperatur des Abgangsstroms zum Beenden der Pyrolyse kann in jedweder bekannten Weise erfolgen, etwa durch Einspritzen einer Abschreck-Flüssigkeit mittels einer Löscheinrichtung (Quench) in den Abgangstrom. Wie dem Durchschnittsfachmann allgemein bekannt ist, wird die Pyrolyse abgebrochen, sobald die erwünschten Ruß-Produkte in dem Reaktor gebildet worden sind. Ein Weg zur Bestimmung des Zeitpunktes, zu dem die Pyrolyse beendet werden sollte, besteht in einer Probenahme aus dem Abgangstrom und der Messung ihres Toluol-Extrakt-Wertes. Der Toluol-Extrakt-Wert wird gemäß ASTM D 1618-83 "Carbon Black Extractables — Toluene Discoloration" gemessen. Die Löscheinrichtung ist im allgemeinen an der Stelle angebracht, wo der Wert des Toluol-Extrakts des Abgangsstroms einen annehmbaren Wert für das in dem Reaktor erzeugte gewünschte Ruß-Produkt erreicht. Nachdem die Pyrolyse beendet worden ist, fließt der Abgangstrom im allgemeinen durch ein Schlauchfilter-System, um die Ruße abzutrennen und zu sammeln.

Im allgemeinen bedient man sich einer einzigen Löscheinrichtung. Kester offenbart jedoch die Verwendung von zwei Löscheinrichtungen (Quench-Einrichtungen), um bestimmte Eigenschaften der Ruße zu steuern. Kester betrifft die Steuerung der Modul-verleihenden Eigenschaften von Rußen durch Wärmebehandlung. Diese Wärmebehandlung wird durch Regulierung der Wasser-Zuflußgeschwindigkeiten zu zwei Spritzwasser-Löscheinrichtungen erreicht, die in einem Ruß-Ofen in dem Abgangstrom-Rauch in Reihe geschaltet sind. Der Modul eines Russes betrifft das Gebrauchsverhalten des Russes in einem Kautschuk-Erzeugnis. Wie in dem Artikel von Schaeffer und Smith, "Effect of Heat Treatment on Reinforcing Properties of Carbon Black" (Industrial and Engineering Chemistry, Band 47, Nr. 6, Juni 1955, Seite 1286), im folgenden "Schaeffer" genannt, erläutert ist, ist allgemein bekannt, daß die Wärmebehandlung die Modul-verleihenden Eigenschaften von Ruß beeinflußt. Wie jedoch bei Schaeffer weiter erläutert wird, resultiert die Änderung der Modul-verleihenden Eigenschaften von

Rußen, die durch die Wärmebehandlung produziert worden sind, aus einer Änderung der Oberflächenchemie der Ruße. Aufgrund dessen beeinflußt die Positionierung der Löscheinrichtungen, wie sie von Kester vorgeschlagen ist, um den Strom der Verbrennungsgase unterschiedlichen Temperatur-Bedingungen auszusetzen, die Modul-verleihenden Eigenschaften von Rußen offenbar eher durch eine Änderung der Oberflächenchemie der Ruße als durch eine Beeinflussung der Morphologie der Ruße in irgendeiner erkennbaren Weise. Darüber hinaus sind bei Kester beide Löscheinrichtungen in einer Position in der Reaktionszone angebracht, wo eine signifikante Pyrolyse des Einsatzmaterials bereits stattgefunden hat. Somit scheint es, daß in dem Kester'schen Verfahren zu dem Zeitpunkt, zu dem der Abgangstrom die erste Löscheinrichtung erreicht, die Eigenschaften von CTAB, Farbtiefe, DBP und Stokes-Durchmesser der Ruße bereits festgelegt sind. Dies stützt den Schluß, daß die Änderung der Modul-verleihenden Eigenschaften bei Kester nicht von einer Änderung der morphologischen Eigenschaften der Ruße herrührt. Weiterhin mißt Kester der Position der ersten Löscheinrichtung relativ zu dem Punkt der Einspritzung des Einsatzmaterials oder der Verweilzeit keine Bedeutung bei und offenbart keine Mittel zur Auswahl der Position der ersten Löscheinrichtung.

Die US-PS 42 30 670 von Forseth, im folgenden als "Forseth" bezeichnet, schlägt den Einsatz von zwei Löscheinrichtungen zum Abbruch der Pyrolyse vor. Die beiden Löscheinrichtungen sind einige Zoll von dem Punkt entfernt, wo eine einzige Löscheinrichtung angebracht werden würde. Der Zweck der zwei Löscheinrichtungen ist der, die Reaktionszone vollständiger mit Abschreckflüssigkeit zu füllen, um die Pyrolyse wirksamer zu beenden. Bei Forseth sind jedoch zu dem Zeitpunkt, zu dem der Abgangstrom die Löscheinrichtungen erreicht, die Eigenschaften von CTAB, Farbtiefe, DBP und Stokes-Durchmesser der Ruße bereits festgelegt.

Die US-PS 42 65 870 von Mills et al. und die US-PS 43 16 876 von Mills et al. schlagen die Verwendung einer zweiten Löscheinrichtung vor, die stromabwärts der ersten Löscheinrichtung plaziert ist, um Schäden an dem Filter-System zu verhüten. In beiden Patenten beendet die erste Löscheinrichtung die Pyrolyse vollständig und ist an einer im Stand der Technik allgemein bekannten Stelle angebracht, und zu dem Zeitpunkt, zu dem der Abgangstrom die erste Löscheinrichtung erreicht, sind die Eigenschaften von CTAB, Farbtiefe, DBP und Stokes-Durchmesser der Ruße bereits festgelegt. Die zweite Löscheinrichtung senkt die Temperatur des Stroms der Verbrennungsgase weiter, um die Filtereinheit zu schützen.

Die US-PS 43 58 289 von Austin, im folgenden "Austin", betrifft ebenfalls die Verhinderung von Schäden an dem Filter-System durch Einsatz eines Wärmeaustauschers nach der Löscheinrichtung. In diesem Patent beendet die erste Löscheinrichtung ebenfalls die Pyrolyse vollständig und ist an einer im Stand der Technik allgemein bekannten Stelle angebracht. Bei Austin sind zu dem Zeitpunkt, zu dem der Abgangstrom die erste Löscheinrichtung erreicht, die Eigenschaften von CTAB, Farbtiefe, DBP und Stokes-Durchmesser der Ruße bereits festgelegt.

Die US-PS 36 15 211 von Lewis, im folgenden "Lewis", betrifft ein Verfahren zur Verbesserung der Einheitlichkeit von Rußen, die durch einen Reaktor produziert werden, und zur Verlängerung der Lebensdauer eines Reaktors. Zur Verbesserung der Einheitlichkeit und zur Verlängerung der Lebensdauer eines Reaktors schlägt Lewis die Verwendung einer Vielzahl von Löscheinrichtungen vor, die über die gesamte Reaktionszone hinweg angebracht sind, um in der Reaktionszone eine im wesentlichen konstante Temperatur aufrechtzuerhalten. Eine bestimmte Menge Abschreckflüssigkeit wird an der Löscheinrichtung eingespritzt, die in dem Reaktor am weitesten stromaufwärts angebracht wird, wobei an jeder in stromabwärtiger Richtung liegenden Löscheinrichtung eine größere Menge Abschreckflüssigkeit eingespritzt wird. Die am weitesten stromabwärts angebrachte Löscheinrichtung beendet die Pyrolyse. Durch Einhalten einer konstanten Temperatur in der Reaktionszone fördert die Apparatur von Lewis die Einheitlichkeit in den Rußen, die von der Apparatur erzeugt werden. Die Mehrzahl der Löscheinrichtungen steuert jedoch die Morphologie der von der Apparatur erzeugten Ruße nicht.

Im allgemeinen ist es jedoch wünschenswert, die Morphologie der Ruße in solcher Weise steuern zu können, daß Ruße, die für einen bestimmten Zweck geeignet sind, hergestellt werden können. Es ist auch wünschenswert, die Aggregat-Größe und Struktur von Rußen für eine gegebene spezifische Oberfläche zu vergrößern, da eine vergrößerte Aggregat-Größe und Struktur, wie sie durch höheres DBP, niedrigere Farbtiefe und einen größeren Stokes-Durchmesser repräsentiert wird, den Ruß für bestimmte Endverbrauchsziele besser geeignet macht.

Demgemäß ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Steuerung der Aggregat-Größe und Struktur von Rußen verfügbar zu machen.

Ein zusätzliches Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, Ruße mit einer größeren Aggregat-Größe und höheren Struktur für eine gegebene spezifische Oberfläche verfügbar zu machen.

Die Erfinder haben ein Verfahren gefunden, das diese erwünschten Ziele erreicht. Sie haben gefunden, daß man die Morphologie von Rußen, die in einem Furnace-Ruß-Verfahren erzeugt werden, dadurch zu steuern vermag, daß die Temperatur des Abgangstroms erniedrigt wird, ohne die Pyrolyse zu beenden, vorzugsweise bis zu etwa 427°C (800°F) innerhalb einer speziell festgelegten Verweilzeit von bis zu etwa 0,002 s stromabwärts des am weitesten stromabwärts liegenden Punktes der Einspritzung von Einsatzmaterial. Die Erniedrigung der Temperatur kann dadurch bewerkstelligt werden, daß eine erste Löscheinrichtung bei oder innerhalb von etwa 1,20 m (4 feet) stromabwärts des am weitesten stromabwärts liegenden Punktes der Einspritzung von Einsatzmaterial angeordnet und Abschreckflüssigkeit eingespritzt wird. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Herstellung von Rußen so gesteuert werden, daß Ruße mit spezifischen morphologischen Eigenschaften erzeugt werden können, etwa mit einer vergrößerten Aggregat-Größe und einer erhöhten Struktur, wie sie durch höheres DBP, niedrigere Farbtiefe und einen größeren Stokes-Durchmesser für eine gegebene spezifische Oberfläche (CTAB) ausgewiesen werden. Die Erfinder haben weiterhin gefunden, daß diese morphologischen Eigenschaften der Ruße weiterhin dadurch gesteuert werden können, daß der Betrag variiert wird, um den die Temperatur des Abgangstroms gesenkt wird, und/oder die Verweilzeit ab dem Zeitpunkt der am weitesten stromabwärts erfolgenden Einspritzung von Einsatzmaterial bis zur Senkung der Temperatur des Abgangstroms variiert wird.

Im einzelnen betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Steuerung der Aggregat-Größe und Struktur der durch einen Furnace-Ruß-Reaktor erzeugten Ruße durch Senkung der Temperatur, ohne jedoch die Pyrolyse zu beenden, in dem Abgangsstrom (dem Gemisch aus Verbrennungsgasen und Einsatzmaterial, in dem die Pyrolyse stattfindet) bei einer Verweilzeit zwischen etwa 0,0 s und etwa 0,002 s, vorzugsweise zwischen etwa 0,0 s und etwa 0,0015 s, stromabwärts von dem Punkt der am weitesten stromabwärts erfolgenden Einspritzung von Einsatzmaterial. Die Temperatur des Abgangsstroms wird, innerhalb der oben spezifizierten Reaktionszeit, vorzugsweise bis zu etwa 427°C (800°F) und bevorzugter zwischen etwa 10°C und etwa 427°C (etwa 50°F und etwa 800°F) erniedrigt. Die Temperatur des Abgangsstroms kann mittels einer Löscheinrichtung gesenkt werden, vorzugsweise einer Löscheinrichtung, die eine Abschreckflüssigkeit in den Abgangsstrom einspritzt, die an einem Punkt in dem Reaktor angeordnet ist, wo der Abgangsstrom zwischen etwa 0,0 und 0,002 s, vorzugsweise zwischen etwa 0,0 s und etwa 0,0015 s, stromabwärts von dem Punkt der am weitesten stromabwärts erfolgenden Einspritzung von Einsatzmaterial abgeschreckt wird. Um den Abgangsstrom innerhalb der spezifizierten Verweilzeit abzuschrecken, liegt typischerweise die Abschreckeinrichtung bei oder innerhalb einer Entfernung von etwa 1,20 m (4 feet) stromabwärts des am weitesten stromabwärts liegenden Punktes der Einspritzung von Einsatzmaterial.

Die Löscheinrichtung senkt die Temperatur des Abgangsstroms, vorzugsweise bis zu etwa 427°C (800°F) und bevorzugter zwischen etwa 10°C und etwa 427°C (etwa 50°F und etwa 800°F), beendet jedoch die Pyrolyse nicht. Gemäß der vorliegenden Erfindung können der Betrag, um den die Temperatur des Abgangsstroms gesenkt wird, und die Verweilzeit, bei der die Senkung der Temperatur des Abgangsstroms erfolgt, unabhängig voneinander oder gleichzeitig variiert werden, um die Aggregat-Größe und Struktur der durch den Reaktor erzeugten Ruße zu steuern. In einem Reaktor, der eine Löscheinrichtung benutzt, durch die zur Senkung der Temperatur des Abgangsstroms innerhalb der spezifizierten Verweilzeiten eine Abschreckflüssigkeit eingespritzt wird, können diese Variation des Betrags, um den die Temperatur des Abgangsstroms gesenkt wird, und der Verweilzeit, bei der die Senkung der Temperatur des Abgangsstroms erfolgt, durch Variieren der Menge der Abschreckflüssigkeit, die von der Löscheinrichtung eingespritzt wird, bzw. des Ortes der Löscheinrichtung bewerkstelligt werden. Nachdem Ruße mit den gewünschten Eigenschaften gebildet worden sind, wird die Pyrolyse beendet.

Die vorliegende Erfindung erlaubt die Herstellung eines Ruß-Produkts mit einer größeren Aggregat-Größe und Struktur für eine gegebene spezifische Oberfläche als bei den Ruß-Produkten, die mittels eines ähnlichen Verfahrens gewonnen werden, bei dem die Temperatur des Abgangsstroms nicht innerhalb der spezifizierten Verweilzeit erniedrigt wird.

Ein Vorteil des Verfahrens der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß die Aggregat-Größe und die Struktur der Ruße gesteuert werden kann.

Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß Ruße mit einer größeren Aggregat-Größe und Struktur, wie sie durch höhere DBP-Werte, niedrigere Farbtiefen und vergrößerte Stokes-Durchmesser angezeigt werden, für eine gegebene spezifische Oberfläche, wie sie durch CTAB angezeigt wird, erzeugt werden können.

Andere Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung und den Ansprüchen deutlich.

Die Figur stellt eine Querschnitt-Ansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bei einem Ruß-Reaktor dar, die die räumliche Anordnung einer ersten und einer zweiten Löscheinrichtung zeigt.

Die Figur bildet eine mögliche Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ab. Wenngleich in der Figur ein Teil eines Typs eines Ruß-Reaktors abgebildet ist, kann, wie bereits im vorstehenden erläutert wurde, die vorliegende Erfindung bei einem beliebigen Ruß-Reaktor eingesetzt werden, in dem Ruß durch Pyrolyse und/oder unvollständige Verbrennung von Kohlenwasserstoffen hergestellt wird. Weiterhin, wiewohl die nachfolgende Beschreibung eine Ausführungsform beschreibt, die sich einer Löscheinrichtung bedient, durch die eine Abschreckflüssigkeit eingespritzt wird, um die Temperatur des Abgangsstroms zu erniedrigen, schließt die vorliegende Erfindung, wie dem Durchschnittsfachmann klar ist, sämtliche Methoden zur Erniedrigung der Temperatur des Abgangsstroms, vorzugsweise um die spezifizierten Beträge, innerhalb der spezifizierten Reaktionszeiten von dem der Reaktionszone nächstgelegenen Punkt des Einspritzens des Einsatzmaterials ein. In ähnlicher Weise gilt, wie dem Durchschnittsfachmann klar ist, daß, wiewohl die vorliegende Erfindung eine zweite Löscheinrichtung zum Beenden der Pyrolyse verwendet, die vorliegende Erfindung sämtliche Methoden zum Beenden der Pyrolyse einschließt.

In der Figur ist ein Teil eines Ruß-Reaktors 10 mit, beispielsweise, einer Reaktionszone 12 und einer Zone mit beschränktem Durchmesser 20 mit einer ersten Löscheinrichtung 40, die an einem Punkt 60 angeordnet ist, und einer zweiten Löscheinrichtung 42, die an einem Punkt 62 angeordnet ist, zum Einspritzen der Abschreckflüssigkeit 50 ausgerüstet. Die Abschreckflüssigkeit 50 kann für jede Löscheinrichtung die gleiche oder eine andere sein. Die Richtung des Stroms der heißen Verbrennungsgase durch den Reaktor 10 und die Zonen 12 und 20 ist durch den Pfeil dargestellt. Die Abschreckflüssigkeit 50 kann durch die erste Löscheinrichtung 40 und die zweite Löscheinrichtung 42 im Gegenstrom zu dem oder vorzugsweise in der gleichen Strömungsrichtung wie der Strom der Verbrennungsgase eingespritzt werden. Der Punkt 14 ist der am weitesten stromabwärts gelegene Punkt des Einspritzens von Einsatzmaterial 30. Wie der Durchschnittsfachmann versteht, kann der Punkt 14, der am weitesten stromabwärts gelegene Punkt des Einspritzens von Einsatzmaterial, in seiner Position verändert werden. Der Abstand von 14, dem am weitesten stromabwärts gelegenen Punkt des Einspritzens von Einsatzmaterial, zu dem Punkt der ersten Löscheinrichtung 60 wird durch L-1 bezeichnet, und der Abstand von dem am weitesten stromabwärts gelegenen Punkt 14 des Einspritzens von Einsatzmaterial zu dem Punkt der zweiten Löscheinrichtung 62 wird durch L-2 bezeichnet.

Gemäß der abgebildeten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die erste Löscheinrichtung 60 so

plaziert, daß sie die Temperatur des Abgangsstroms (des Gemischs aus Verbrennungsmaterialien und Einsatzmaterial, in dem die Pyrolyse stattfindet) nach einer Verweilzeit nicht später als 0,002 s und vorzugsweise zwischen 0,0 und 0,0015 s, gerechnet von dem am weitesten stromabwärts gelegenen Punkt des Einspritzens von Einsatzmaterial erniedrigt. Zur Abschreckung des Abgangsstroms innerhalb der speziell angegebenen Verweilzeit wird die erste Löscheinrichtung typischerweise bei oder innerhalb von etwa 1,20 m (4 feet) von dem am weitesten stromabwärts gelegenen Punkt des Einspritzens von Einsatzmaterial angebracht. Dementsprechend ist  $L_1$  zwischen 0,0 und etwa 1,20 m (0,0 und etwa 4 feet). Die Abschreckflüssigkeit wird durch die erste Löscheinrichtung 40 eingespritzt, um die Temperatur des Abgangsstroms zu erniedrigen, vorzugsweise um einen Betrag von bis zu 427°C (800°F), vorzugsweise um einen Betrag zwischen etwa 10°C und etwa 427°C (etwa 50°F und etwa 800°F), jedoch mit der Maßgabe, daß die durch die erste Löscheinrichtung 60 eingespritzte Abschreckflüssigkeit die Pyrolyse nicht beendet.

Zusätzlich können gemäß der vorliegenden Erfindung die Verweilzeit, gerechnet von dem am weitesten stromabwärts gelegenen Punkt des Einspritzens von Einsatzmaterial bis zum anfänglichen Erniedrigen der Temperatur des Abgangsstroms (des Gemischs aus Verbrennungsmaterialien und Einsatzmaterial, in dem die Pyrolyse stattfindet) und der Betrag, um den die Temperatur des Abgangsstroms gesenkt wird, unabhängig voneinander oder gleichzeitig variiert werden, um die Aggregat-Größe und die Struktur der durch den Reaktor erzeugten Ruße zu steuern. In der in der Figur dargestellten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird durch Änderung von  $L_1$  die Verweilzeit von dem Zeitpunkt des Einspritzens von Einsatzmaterial an der am weitesten stromabwärts gelegenen Stelle bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die Temperatur des Abgangsstroms erniedrigt wird, variiert. Durch Verändern der Menge der eingespritzten Abschreckflüssigkeit kann der Betrag, um den die Temperatur des Abgangsstroms erniedrigt wird, variiert werden.

Wie in dem vorhergehenden Absatz erläutert ist, liegt in der in der Figur dargestellten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, je nach der gewünschten Aggregat-Größe und Struktur,  $L_1$  typischerweise im Bereich von etwa 0,0 und etwa 1,20 m (etwa 0,0 und etwa 4 feet). Die Abschreckflüssigkeit 50 erniedrigt die Temperatur des Abgangsstroms, vorzugsweise bis zu etwa 427°C (800°F) und bevorzugter zwischen etwa 10°C und etwa 427°C (etwa 50°F und etwa 800°F), jedoch unter der Voraussetzung, daß die Pyrolyse am Ort der ersten Löscheinrichtung 60 durch die Abschreckflüssigkeit 50 nicht beendet wird.

Nachdem Ruße mit den gewünschten Eigenschaften erzeugt worden sind, wird die Pyrolyse am Punkt 62 vermittels der Löscheinrichtung 42 beendet. Der Punkt 62 ist ein Ort, an dem Ruße mit den gewünschten Eigenschaften durch den Reaktor erzeugt worden sind. Wie bereits vorher erläutert wurde, kann der Punkt 62 auf beliebige, in der Technik bekannte Weise zur Auswahl der Position einer Löscheinrichtung, die die Pyrolyse beendet, bestimmt werden. Ein Verfahren zur Bestimmung der Position der Löscheinrichtung zum Beenden der Pyrolyse ist die Bestimmung desjenigen Punktes, an dem ein annehmbarer Toluol-Extrakt-Wert für die aus der Reaktion erwünschten Produkte erzielt worden ist. Der Toluol-Extrakt-Wert kann gemäß ASTM D 1618-83 "Carbon Black Extractables – Toluene Discoloration" gemessen werden.  $L_2$  ist entsprechend der Position des Punktes 62 veränderlich.

Die Wirksamkeit und die Vorteile der vorliegenden Erfindung werden weiter verdeutlicht anhand des nachstehenden Beispiels.

#### Beispiel

Zur Demonstration der Wirksamkeit der vorliegenden Erfindung wurden Experimente bei einem Verfahren der Ruß-Produktion unter Einsatz von zwei Löscheinrichtungen und unter Variation der Verweilzeit, gerechnet vom Zeitpunkt des Einspritzens von Einsatzmaterial an dem am weitesten stromabwärts gelegenen Punkt bis zum Zeitpunkt des Erniedrigens der Temperatur des Abgangsstroms, und des Betrags, um den die Temperatur des Abgangsstroms gesenkt wurde, durchgeführt. Die Verweilzeit wurde durch Verändern von  $L_1$  variiert. Die Prozeß-Variablen für zwei Reihen von Ruß-Ansätzen in den Experimenten sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt. Reihe I umfaßt die Versuche 1, 2 und 3, und Reihe 2 umfaßt die Versuche 4, 5 und 6.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## DE 40 10 776 A1

Tabelle

Versuch	Reihe I		
	1	2	3
Verweilzeit	s	—	0,0007 0,0005
Temperatur			
vor dem 1. Abschrecken	°C (°F)	1438 2620	1438 2620
1. Abschrecken	m (ft)	— —	0,43 1,4
Temperatur			
nach dem 1. Abschrecken	°C (°F)	1438 2620	1216 2220
2. Abschrecken	m (ft)	1,28 4,2	5,18 17,0
Temperatur			
nach dem 2. Abschrecken	°C (°F)	732 1350	732 1350
CTAB		109,2	100,7
Farbtiefe		120,5	110,6
Toluol-Entfärb.		68	45
CDBP		109,5	110,0
D <sub>st</sub>	nm	98,8	109,6
Flocken, DBP		186	205
			232

Tabelle — Fortsetzung

Versuch	Reihe II		
	4	5	6
Verweilzeit	s	—	0,0004 0,0004
Temperatur			
vor dem 1. Abschrecken	°C (°F)	1410 2570	1410 2570
1. Abschrecken	m (ft)	— —	0,30 1,0
Temperatur			
nach dem 1. Abschrecken	°C (°F)	1410 2570	1243 2270
2. Abschrecken	m (ft)	4,57 15,0	10,4 34,0
Temperatur			
nach dem 2. Abschrecken	°C (°F)	732 1350	732 1350
CTAB		91,6	93,4
Farbtiefe		114,6	106,1
Toluol-Entfärb.		77	78
CDBP		95,2	106,4
D <sub>st</sub>	nm	94,1	101,5
Flocken, DBP		148	213
			220

## Anmerkungen zu der Tabelle

		Reihe I	Reihe II	
Vorheizen	°C (°F)	482 900	593 1100)	5
Gas	m <sup>3</sup> /h (kscfh)	204 7,2	212 7,5)	10
Luft	m <sup>3</sup> /h (kscfh)	2265 80	2265 80)	
Luft/Gas		11,11	10,6	
Primäre Verbrennung		123%	118%	15
Verbrennungszone				
Volumen	l (ft. <sup>3</sup> )	24,1 0,85	24,1 0,85)	20
Einspritzzone				
Durchmesser	cm (in.)	10,7 4,2	10,7 4,2)	
Länge	cm (in.)	30,5 12	30,5 12)	25
Geschwindigkeit der Verbrennungsgase i. d. Einspritzzone	m/s (ft./s)	610 2000	701 2300)	
Öl	l/h (gph)	473 125	515 136)	30
Öl-Einspritz-Überdruck	bar (psig)	15,9 230	18,6 270)	
Anzahl der Öl-Spitzen		4	4	35
Durchmesser der Öl-Spitzen	mm (in.)	1,07 0,042	1,07 0,042)	
Durchmesser der Reaktionszone	cm (in.)	34,3 13,5	15,2 6)	40

Reihe I: Das flüssige Einsatzmaterial (Öl) hatte die folgende Zusammensetzung: H/C-Verhältnis = 0,91; Wasserstoff = 6,89 Gew.-%, 7,00 Gew.-%; Kohlenstoff 91,1 Gew.-%, 90,8 Gew.-%; Schwefel = 1,1 Gew.-%; API-Schwere 15,6/15,6 C(60F) = 5,0; BMCI (Visk.-Schwere) = 141.

Reihe II: Das flüssige Einsatzmaterial (Öl) hatte die folgende Zusammensetzung: H/C-Verhältnis = 1,06; Wasserstoff = 7,99 Gew.-%, 7,99 Gew.-%; Kohlenstoff 89,7 Gew.-%, 89,5 Gew.-%; Schwefel = 0,5 Gew.-%; API-Schwere 15,6/15,6 C(60F) = 0,5; BMCI (Visk.-Schwere) = 123.

Sowohl in Reihe I als auch in Reihe II war der bei der Verbrennungsreaktion eingesetzte fließfähige Brennstoff Erdgas mit einem Methan-Gehalt von 95,44% und einem Naß-Heizwert von 34,46 kJ/l (925 BTU/SCF).

Entsprechend dem allgemeinen Verständnis des Durchschnittsfachmanns repräsentieren die in der Tabelle aufgeführten Verfahrens-Variablen die Variable an einem Punkt in dem Reaktor und werden in der allgemein bekannten Art und Weise bestimmt. Jede Reihe von Ruß-Versuchen wurde in einem Ruß-Reaktor durchgeführt, der dem in Beispiel 1 der US-PS 39 22 335 offenbarten ähnelte, wobei die Abweichungen in der Tabelle vermerkt sind.

In der Tabelle bezeichnet "Abschrecken" eine Löscheinrichtung. "1. Abschrecken" bezeichnet L-1, den Abstand von der Stelle der am weitesten stromabwärts vorgenommenen Einspritzung des Einsatzmaterials zu der ersten Löscheinrichtung. "Temperatur vor dem 1. Abschrecken" bezeichnet die Temperatur des Abgangsstroms vor der ersten Löscheinrichtung, und "Temperatur nach dem 1. Abschrecken" und "Temperatur nach dem 2. Abschrecken" beziehen sich auf die Temperatur des Abgangsstroms hinter der ersten Löscheinrichtung bzw. die Temperatur der Mischung aus Einsatzmaterial und Verbrennungsgasen hinter der zweiten Löscheinrichtung. Sämtliche das Abschrecken betreffenden Temperaturen werden nach konventionellen, wohlbekannten thermodynamischen Techniken berechnet. Die in der Tabelle angegebene "Verweilzeit" bezeichnet die Zeitspanne hinter dem Punkt der am weitesten stromabwärts vorgenommenen Einspritzung des Einsatzmaterials, die verstrichen ist, bevor die Temperatur des Abgangsstroms erstmalig gesenkt wurde. Die Angabe "2. Abschrecken" betrifft L-2 und wurde empirisch mit Hilfe des Toluol-Extrakt-Wertes bestimmt. Nach jedem Durchlauf

wurden die erzeugten Ruße gesammelt, um CTAB, Farbtiefe,  $D_{st}$  (mittlerer Stokes-Durchmesser), CDBP, Flocken-DBP und Toluol-Entfärbung zu bestimmen. Die Ergebnisse für jeden Versuch sind in der Tabelle aufgeführt.

Der CTAB-Wert wurde gemäß der ASTM-Test-Vorschrift D 3765-85 bestimmt. Die Farbtiefe wurde gemäß der ASTM-Test-Vorschrift D 3265-85a bestimmt. Der DBP-Wert der flockigen Ruße wurde gemäß der in ASTM D 2414-86 angegebenen Vorschrift bestimmt. Der CDBP-Wert wurde gemäß der in ASTM D 3493-86 angegebenen Vorschrift bestimmt. Die Toluol-Entfärbung wurde gemäß der ASTM-Test-Vorschrift D 1618-83 bestimmt.

$D_{st}$  (der mittlere Stokes-Durchmesser) wurde mittels Scheiben-Zentrifugen-Photosedimentometrie gemäß der nachfolgenden Beschreibung bestimmt. Die folgende Arbeitsweise ist eine Modifikation der Arbeitsweise, die in der Betriebsanleitung für Joyce-Loebl Disc Centrifuge, File Ref. DCF4.008, veröffentlicht am 1. Februar 1985, erhältlich bei der Joyce-Loebl Company (Marquisway, Team Valley, Gateshead, Tyne & Wear, England) beschrieben ist, auf deren Lehren hier Bezug genommen wird. Die Vorschrift ist folgende:

10 10 mg einer Ruß-Probe werden in einem Wägegefäß eingewogen und dann zu 50 cm<sup>3</sup> einer Lösung von 10% absolutem Ethanol und 90% destilliertem Wasser mit 0,05% des Tensids NONIDET P-40 gegeben (NONIDET P-40 ist ein eingetragenes Warenzeichen für ein von Shell Chemical Co. hergestelltes und vertriebenes Tensid). Die Suspension wird 15 min mit Hilfe von Ultraschallenergie dispergiert, wobei ein Sonifier Model No. W 385, hergestellt und vertrieben von Heat Systems Ultrasonics Inc., Farmingdale, New York, eingesetzt wird. Vor dem Betrieb der Scheiben-Zentrifuge werden die folgenden Daten in den Computer eingegeben, der die Daten aus der Scheiben-Zentrifuge aufzeichnet:

- 20 1. Das spezifische Gewicht des Rußes, genommen als 1,86 g/cm<sup>3</sup>;  
 2. das Volumen der Lösung des Rußes, der in einer Lösung von Wasser und Ethanol dispergiert ist, das in diesem Fall 0,5 cm<sup>3</sup> beträgt;  
 3. das Volumen der Schleuderflüssigkeit, das in diesem Fall 10 cm<sup>3</sup> Wasser ist;  
 4. die Viskosität der Schleuderflüssigkeit, die in diesem Fall als 0,933 mPa · s [cP] bei 23°C genommen wird;  
 25 5. die Dichte der Schleuderflüssigkeit, die in diesem Fall 0,9975 g/cm<sup>3</sup> bei 23°C ist;  
 6. die Scheiben-Geschwindigkeit, die in diesem Falle 8000 min<sup>-1</sup> (8000 Upm) beträgt;  
 7. das Daten-Probenahme-Intervall, das in diesem Fall 1 s beträgt.

Die Scheiben-Zentrifuge wird mit 8000 Upm betrieben, während das Stroboskop arbeitet. 10 cm<sup>3</sup> destilliertes Wasser werden in die rotierende Scheibe als Schleuderflüssigkeit eingespritzt. Das Trübungs-Niveau wird auf 0 gesetzt, und 1 cm<sup>3</sup> der Lösung aus 10% absolutem Ethanol und 90% destilliertem Wasser werden als Puffer-Flüssigkeit eingespritzt. Die Knöpfe für Schnitt (cut) und Verstärkung (boost) der Zentrifuge werden dann so betätigt, daß ein glatter Konzentrationsgradient zwischen der Schleuderflüssigkeit und der Pufferflüssigkeit erzeugt wird, und der Gradient wird visuell überwacht. Wenn der Gradient so glatt wird, daß keine unterscheidbare Grenze zwischen den beiden Flüssigkeiten mehr besteht, werden 0,5 cm<sup>3</sup> der flüssigen Dispersion des Rußes in der wäßrigen Ethanol-Lösung in die rotierende Scheibe eingespritzt, und die Aufzeichnung der Daten wird sofort begonnen. Falls ein Strömen auftritt, wird der Durchlauf abgebrochen. Die Scheibe wird nach dem Einspritzen der Ruß-Dispersion in der wäßrigen Ethanol-Lösung 20 min rotieren gelassen. Nach den 20 min Rotation wird die Scheibe angehalten, die Temperatur der Schleuderflüssigkeit wird gemessen, und der Mittelwert der zu Beginn des Durchlaufs gemessenen Temperatur der Schleuderflüssigkeit und der am Ende des Durchlaufs gemessenen Temperatur der Schleuderflüssigkeit wird in den Computer eingegeben, der die Daten aus der Scheiben-Zentrifuge aufzeichnet. Die Daten werden entsprechend der Standard-Stokes-Gleichung analysiert und unter Benutzung der folgenden Definitionen angezeigt:

Ruß-Aggregat — ein diskretes, starres kolloidales Gebilde, das die kleinste dispergierbare Einheit ist; es ist aufgebaut aus ausgedehnt koaleszierten Teilchen;

45 Stokes-Durchmesser — der Durchmesser einer Kugel, die in einem viskosen Medium in einem Zentrifugal- oder Gravitations-Feld sich gemäß der Stokes'schen Gleichung absetzt. Ein nicht-sphärisches Objekt wie ein Ruß-Aggregat kann ebenfalls mit Hilfe des Stokes-Durchmessers beschrieben werden, wenn man annimmt, daß es sich wie eine glatte, starre Kugel gleicher Dichte und gleicher Sedimentationsgeschwindigkeit wie das Objekt verhält. Die Durchmesser werden üblicherweise in der Einheit "Nanometer" (nm) angegeben.

50 Mittlerer (medianer) Stokes-Durchmesser ( $D_{st}$  für Zwecke der Mitteilung) — der Punkt der Verteilungskurve des Stokes-Durchmessers, bei dem jeweils 50 Gew.-% der Probe sowohl größer als auch kleiner sind. Dementsprechend repräsentiert er den Mittelwert der Bestimmung.

Wie in der Tabelle aufgezeigt ist, erlaubt die vorliegende Erfindung die Herstellung von Rußen mit erhöhten Werten von CDBP, DBP der Flocken und  $D_{st}$  sowie verminderter Farbtiefe im Vergleich zu den Rußen, die mit den Kontroll-Durchläufen der Ruß-Verfahren 1 und 4 unter Einsatz einer einzelnen Löscheinrichtung erhalten wurden. Dies zeigt an, daß Ruße der vorliegenden Erfindung durch eine erhöhte Aggregat-Größe und Struktur gekennzeichnet sind. Wie weiterhin aus den Ergebnissen der Reihe II hervorgeht, ermöglicht die vorliegende Erfindung die Herstellung von Rußen mit erhöhten Werten von CDBP, DBP der Flocken und  $D_{st}$  sowie verminderter Farbtiefe für einen relativ konstanten Wert der CTAB. Dies zeigt an, daß die vorliegende Erfindung für einen gegebenen CTAB-Wert Ruße mit erhöhter Aggregat-Größe und Struktur erzeugte.

Wie aus den Ergebnissen der Reihe I hervorgeht, erzeugt die vorliegende Erfindung Ruße mit erhöhten Werten von CDBP, DBP der Flocken und  $D_{st}$  sowie verminderter Farbtiefe im Vergleich zu dem Ruß, der bei dem Kontroll-Durchlauf des Ruß-Verfahrens 1 erzeugt wurde, bei unterschiedlichen Verweilzeiten, bei denen die Temperatur des Abgangsstroms erstmals um den gleichen Betrag gesenkt wurde.

65 Da die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Steuerung der Aggregat-Größe und Struktur von Rußen betrifft, kann der Erfindungsgedanke in der Praxis in mannigfacher Weise ausgestaltet werden, so daß die in der Beschreibung und der Figur erläuterten Formen der Erfindung nur als Beispiele, nicht jedoch als Beschränkung zu verstehen sind.

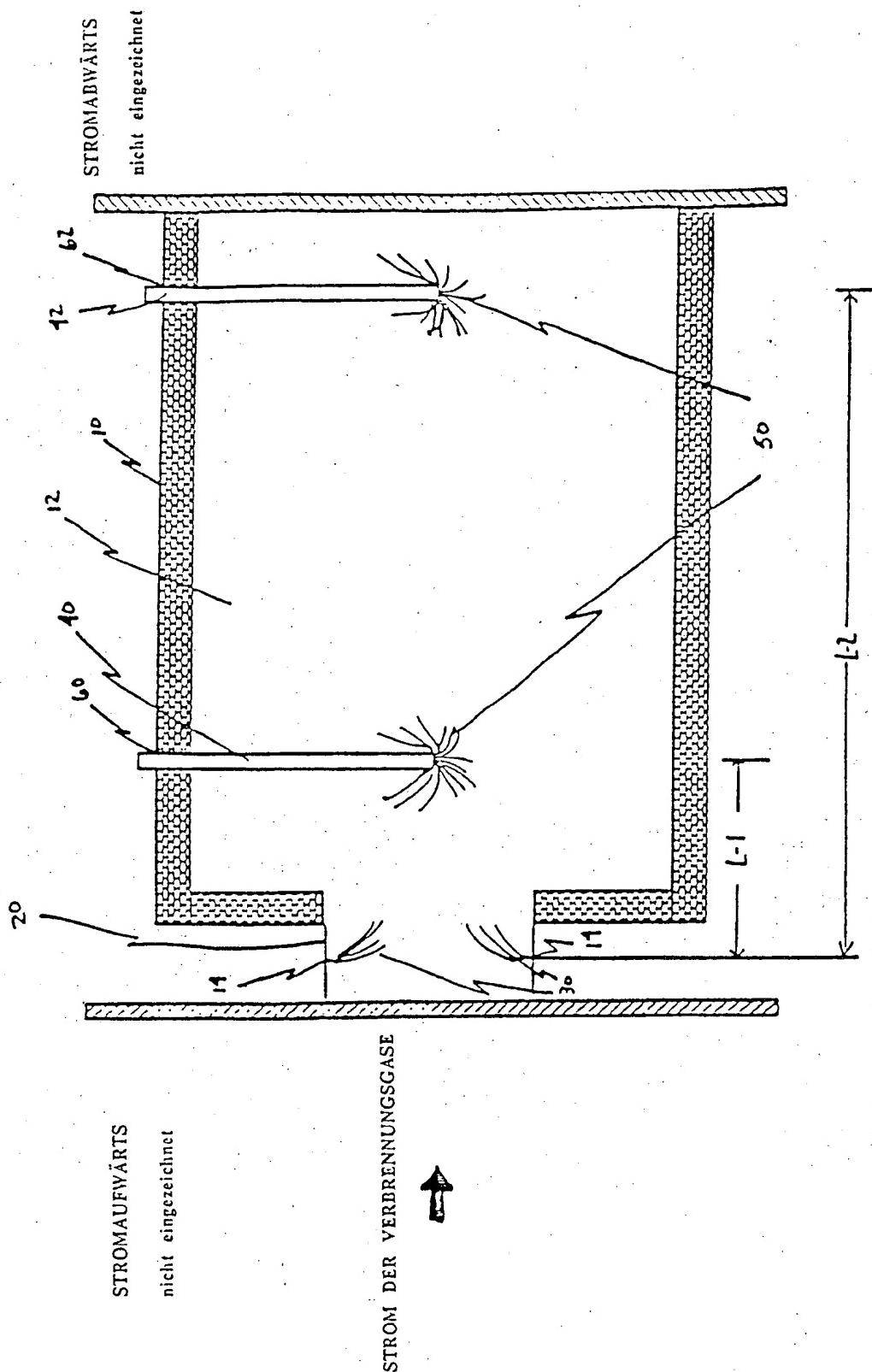
## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Aggregat-Größe und Struktur von Rußen, umfassend das Hindurchleiten eines Stroms heißer Verbrennungsgase durch einen Reaktor, das Einspritzen von Einsatzmaterial in den Strom heißer Verbrennungsgase an einem oder mehreren Punkten, um einen Abgangsstrom zu bilden und die Pyrolyse des Einsatzmaterials in dem Abgangsstrom zu beginnen; 5  
das Erniedrigen der Temperatur des Abgangsstroms an einem ersten Punkt innerhalb einer Zeitspanne von 0,002 s stromabwärts des am weitesten stromabwärts liegenden Punktes der Einspritzung von Einsatzmaterial, ohne die Pyrolyse des Einsatzmaterials in dem Abgangsstrom zu beenden. 10  
2. Verfahren nach Anspruch 1, worin die Temperatur des Abgangsstroms um einen Betrag bis zu etwa 427°C (800°F) erniedrigt wird.  
3. Verfahren nach Anspruch 1, worin die Temperatur des Abgangsstroms um einen Betrag zwischen etwa 10°C und etwa 427°C (etwa 50°F und etwa 800°F) erniedrigt wird.  
4. Verfahren nach Anspruch 1, worin die Temperatur des Abgangsstroms innerhalb einer Zeitspanne zwischen etwa 0,0 s und etwa 0,0015 s vom am weitesten stromabwärts liegenden Punkt der Einspritzung von Einsatzmaterial erniedrigt wird. 15  
5. Verfahren nach Anspruch 3, worin die Temperatur des Abgangsstroms innerhalb einer Zeitspanne zwischen etwa 0,0 s und etwa 0,0015 s vom am weitesten stromabwärts liegenden Punkt der Einspritzung von Einsatzmaterial erniedrigt wird. 20  
6. Verfahren nach Anspruch 1, worin die Temperatur des Abgangsstroms durch Einspritzen einer Abschreckflüssigkeit erniedrigt wird.  
7. Verfahren nach Anspruch 6, worin die Temperatur des Abgangsstroms innerhalb einer Zeitspanne zwischen etwa 0,0 s und etwa 0,0015 s vom am weitesten stromabwärts liegenden Punkt der Einspritzung von Einsatzmaterial erniedrigt wird. 25  
8. Verfahren nach Anspruch 6, worin die Abschreckflüssigkeit die Temperatur des Abgangsstroms um bis zu etwa 427°C (800°F) erniedrigt.  
9. Verfahren nach Anspruch 6, worin die Abschreckflüssigkeit die Temperatur des Abgangsstroms um einen Betrag zwischen etwa 10°C und etwa 427°C (etwa 50°F und etwa 800°F) erniedrigt. 30  
10. Verfahren nach Anspruch 7, worin die Abschreckflüssigkeit die Temperatur des Abgangsstroms um einen Betrag zwischen etwa 10°C und etwa 427°C (etwa 50°F und etwa 800°F) erniedrigt.  
11. Verfahren zur Herstellung von Rußen mit gesteuerter Aggregat-Größe und Struktur, umfassend das Hindurchleiten eines Stroms heißer Verbrennungsgase durch einen Reaktor, das Einspritzen von Einsatzmaterial in den Strom heißer Verbrennungsgase an einem oder mehreren Punkten, um einen Abgangsstrom zu bilden und die Pyrolyse des Einsatzmaterials in dem Abgangsstrom zu beginnen; 35  
das Erniedrigen der Temperatur des Abgangsstroms an einem ersten Punkt innerhalb einer Zeitspanne von 0,002 s stromabwärts des am weitesten stromabwärts liegenden Punktes der Einspritzung von Einsatzmaterial, ohne die Pyrolyse des Einsatzmaterials in dem Abgangsstrom zu beenden, das weitere Erniedrigen der Temperatur des Abgangsstroms an einem zweiten Punkt, der stromabwärts von dem ersten Punkt liegt, um die Pyrolyse des Einsatzmaterials in dem Abgangsstrom zu beenden, und das Abtrennen und Sammeln des Ruß-Produkts. 40  
12. Verfahren nach Anspruch 11, worin die Temperatur des Abgangsstroms um einen Betrag bis zu etwa 427°C (800°F) erniedrigt wird.  
13. Verfahren nach Anspruch 11, worin die Temperatur des Abgangsstroms um einen Betrag zwischen etwa 10°C und etwa 427°C (etwa 50°F und etwa 800°F) erniedrigt wird. 45  
14. Verfahren nach Anspruch 11, worin die Temperatur des Abgangsstroms innerhalb einer Zeitspanne zwischen etwa 0,0 s und etwa 0,0015 s vom am weitesten stromabwärts liegenden Punkt der Einspritzung von Einsatzmaterial erniedrigt wird.  
15. Verfahren nach Anspruch 13, worin die Temperatur des Abgangsstroms innerhalb einer Zeitspanne zwischen etwa 0,0 s und etwa 0,0015 s vom am weitesten stromabwärts liegenden Punkt der Einspritzung von Einsatzmaterial erniedrigt wird. 50  
16. Verfahren nach Anspruch 11, worin die Temperatur des Abgangsstroms durch Einspritzen einer Abschreckflüssigkeit erniedrigt wird.  
17. Verfahren nach Anspruch 16, worin die Temperatur des Abgangsstroms innerhalb einer Zeitspanne zwischen etwa 0,0 s und etwa 0,0015 s vom am weitesten stromabwärts liegenden Punkt der Einspritzung von Einsatzmaterial erniedrigt wird. 55  
18. Verfahren nach Anspruch 16, worin die Abschreckflüssigkeit die Temperatur des Abgangsstroms um bis zu etwa 427°C (800°F) erniedrigt.  
19. Verfahren nach Anspruch 16, worin die Abschreckflüssigkeit die Temperatur des Abgangsstroms um einen Betrag zwischen etwa 10°C und etwa 427°C (etwa 50°F und etwa 800°F) erniedrigt. 60  
20. Verfahren nach Anspruch 17, worin die Abschreckflüssigkeit die Temperatur des Abgangsstroms um einen Betrag zwischen etwa 10°C und etwa 427°C (etwa 50°F und etwa 800°F) erniedrigt.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

65



FIGUR 1